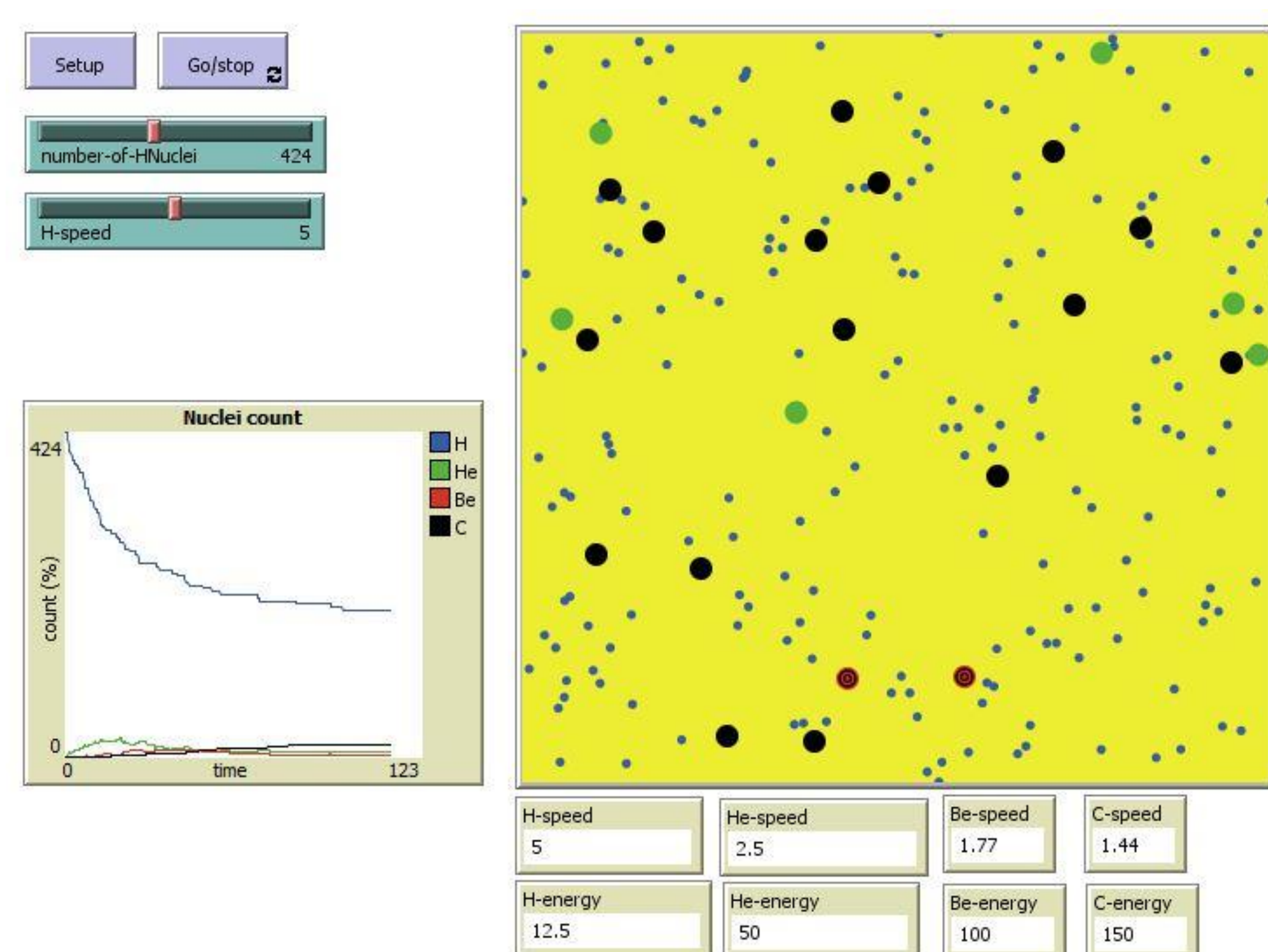


Introduktion

Modellen simulerer dannelse af heliumkerner ved fusion af hydrogenkerner og udbygges undervejs, af eleverne, til også at simulere dannelse af kulstofkerner. Modellen virker ved at et antal hydrogenkerner tildeles en tilfældig placering og en tilfældig retning. Antallet af kerner og deres fart sættes af brugeren. Hvis et passende antal kerner af den ønskede type befinder sig på samme sted til samme tidspunkt fusionerer de.



Et eksempel på en mulig "færdig" model

Mål med aktiviteten

Faglige mål

- at eleverne får en grundlæggende forståelse af dannelse af grundstoffer i stjerner (kernestof)
- at eleverne kan forstå simple fusionsprocesser og anvende reaktionsskemaer
- at eleverne kan formidle deres arbejde på skrift og i en video

CT mål

- at træne Use – Modify – Create
- at eleverne kan identificere og følge specifikke procedurer og underprocedurer i koden
- at eleverne kan tilføje nye agenter og underprocedurer i koden koblet til den bagvedliggende fysik

Beskrivelse af aktiviteten

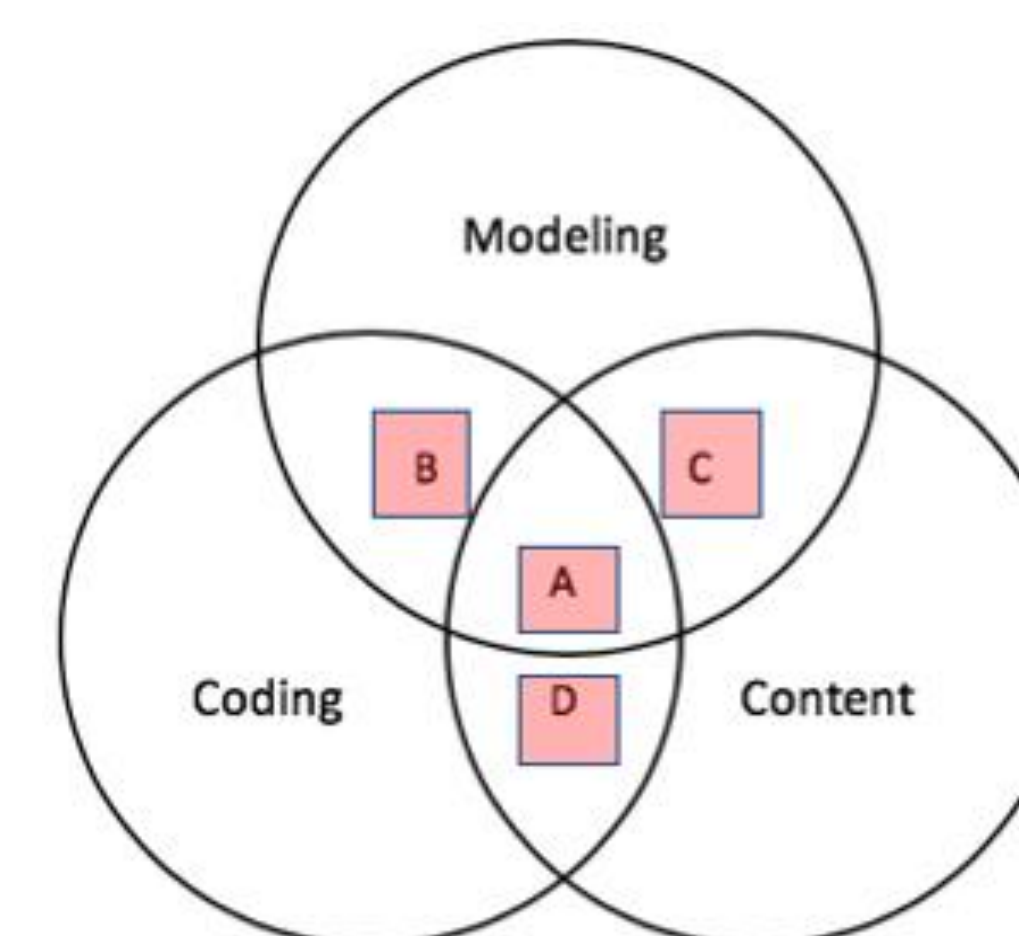
- Eleverne starter med at orientere sig i fagligt materiale, der omhandler grundstofdannelse i stjerner.
- Eleverne skal dernæst udforske den simple model ($4\text{ H} \rightarrow \text{He}$), identificere fusionsprocessen og skrive reaktionsskemaet op.
- Eleverne skal tilrette modellen ved at tilføje en He-graf og ændre f.eks. farve og form på agenter. Desuden undersøges koden og de tjekker, at det er den korrekte fusionsproces, der simuleres i koden.
- Eleverne skal modificere modellen, så den inkluderer en triple-alfa proces (dannelse af kulstof). Dette gøres i to step; først direkte ($3\text{ He} \rightarrow \text{C}$), dernæst via beryllium ($2\text{ He} \rightarrow \text{C}, \text{Be} + \text{He} \rightarrow \text{C}$). Kræver, at de kan tilføje nye agenter med passende variable og værdier og nye underprocedurer.
- Elever skal vis og forklare deres arbejde i en journal og en 5 min. video, hvor model og fag-faglighed kobles.

Centrale dele af koden

```
to move-Nuclei
  ask HNuclei [ move ]
  ask HNuclei [ fusion-HNuclei ]

  ask HeNuclei [ move ]
end

to move
  jump (speed * time-step )
end
```



CMC modellen

```
to fusion-HNuclei
  if count other HNuclei-here = 3
  [hatch-HeNuclei 1
  [set speed (0.5 * H-speed) set mass 4 set energy (4 * H-energy)]
  ask HeNuclei [ set color green ]
  ]
  if count other Hnuclei-here = 3
  [ask Hnuclei-here [die]]
end
```

Didaktiske overvejelser

- Eleverne bør på forhånd kende til reaktionsskemaer og det er en fordel, hvis de har udforsket og tilrettet en NetLogo model tidligere. Dog behøver de ikke at have kodet.
- Eleverne i 1u Fy var meget optaget af arbejdet med modellen og de virkede til at være i "flow".



Helene, Clara, Magnus og Patrick hygger sig med at kode

- Forslag til anden aktivitet: Eleverne kan simulere dannelse af forskellige grundstoffer og skal så afprøve og kommentere hinandens modeller efterfølgende.
- Modellen opererer med variable *mass*, *speed* og *energy*, hvoraf kun *speed* benyttes aktivt. Dette kan give anledning til nogle faglige snakke omkring model i forhold til teori og virkelighed - og mulighed for at udbygge modellen.....

Kreditering

NetLogo-modellen og undervisningsmaterialet er udviklet af [Birgitte Thestrup Nielsen](#), Roskilde Katedralskole, i forbindelse med deltagelse i udviklingsprojektet Computational Thinking i Matematik og Naturfag i skoleåret '18/'19. Projektet køres i samarbejde mellem Danske Science Gymnasier og Center for Computational Thinking & Design, Aarhus Universitet.